

TWISTED NEMATIC TYPE LIQUID CRYSTAL DISPLAY ELEMENT

Patent Number: JP7244280
 Publication date: 1995-09-19
 Inventor(s): WARASHINA NOBORU
 Applicant(s): NEC CORP
 Requested Patent: ☐ JP7244280
 Application: JP19940056843 19940303
 Priority Number(s):
 IPC Classification: G02F1/1335
 EC Classification:
 Equivalents: JP2713328B2

Abstract

PURPOSE: To prevent generation of inversion of brightness and darkness and a change of hues depending on visual angles.
CONSTITUTION: A first phase difference plate 7 which includes the director direction of liquid crystal molecules existing in the central position in the thickness direction of a panel in a medium Contrast display state, has the optical axes included in the plane perpendicular to the panel plane, has the same inclination as the director direction of the liquid crystal molecules with respect to the perpendicular to the panel plane at the plane perpendicular to the panel plane, and has optically negative refractive index anisotropy, and a second phase difference plate 8 which includes the director direction of the liquid crystal molecules existing in the central position in the thickness direction of the panel in the medium contrast display state, has the optical axes included in the plane perpendicular to the panel plane, has the inclination opposite to the director direction of the liquid crystal molecules with respect to the perpendicular to the panel plane at the plane perpendicular to the panel plane and has optically positive refractive index anisotropy, are arranged between a glass substrate 1b and a polarizing plate 3b.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-244280

(43) 公開日 平成7年(1995)9月19日

(51) Int.Cl.⁶

G 0 2 F 1/1335

識別記号

5 1 0

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 4 F D (全 7 頁)

(21) 出願番号

特願平6-56843

(22) 出願日

平成6年(1994)3月3日

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者 藁科 登

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(74) 代理人 弁理士 尾身 祐助

(54) 【発明の名称】 ツイステッドネマティック型液晶表示素子

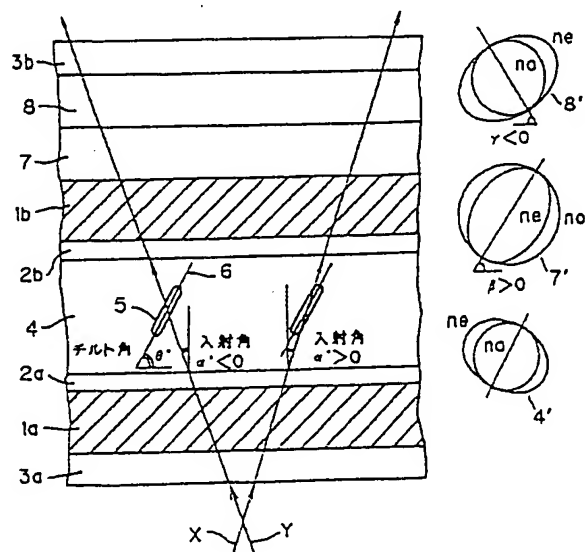
(57) 【要約】

【目的】 視角によって明暗の反転や色相の変化の起こるのを防止する。

【構成】 ガラス基板1bと偏光板3bとの間に、下記Aの仕様の第1の位相差板7と、下記Bの仕様の第2の位相差板8とを配置する。

(A) 中間調表示状態におけるパネルの厚さ方向の中央位置にある液晶分子のダイレクタ方向を含み、パネル面に垂直な平面に光軸が含まれ、その傾き方向は、前記パネル面に垂直な平面におけるパネル面に対する垂線に関し液晶分子のダイレクタ方向と同一である、光学的に負の屈折率異方性をもつ第1の位相差板。

(B) 中間調表示状態におけるパネルの厚さ方向の中央位置にある液晶分子のダイレクタ方向を含み、パネル面に垂直な平面に光軸が含まれ、その傾き方向は、前記パネル面に垂直な平面におけるパネル面に対する垂線に関し液晶分子のダイレクタ方向と反対である、光学的に正の屈折率異方性をもつ第2の位相差板。



1a, 1b ... ガラス基板

2a, 2b ... 配光膜

3a, 3b ... 偏光板

4 ... 液晶層

6 ... 液晶ダイレクタ

7 ... 第1の位相差フィルム

7' ... 第1の位相差フィルム7の屈折率異方性

8 ... 第2の位相差フィルム

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 階調表示を行う液晶セルと、下記 A の仕様の第 1 の位相差板と、下記 B の仕様の第 2 の位相差板とが一对の偏光板間に配置されていることを特徴とするツイステッドネマティック型液晶表示素子。

(A) 中間調表示状態におけるパネルの厚さ方向の中央位置にある液晶分子のダイレクタ方向を含み、パネル面に垂直な平面に光軸が含まれ、その傾き方向は、前記パネル面に垂直な平面におけるパネル面に対する垂線に関し液晶分子のダイレクタ方向と同一である、光学的に負の屈折率異方性をもつ第 1 の位相差板。

(B) 中間調表示状態におけるパネルの厚さ方向の中央位置にある液晶分子のダイレクタ方向を含み、パネル面に垂直な平面に光軸が含まれ、その傾き方向は、前記パネル面に垂直な平面におけるパネル面に対する垂線に関し液晶分子のダイレクタ方向と反対である、光学的に正の屈折率異方性をもつ第 2 の位相差板。

【請求項 2】 前記第 1 および第 2 の位相差板は、それぞれ光軸に対する垂直方向のリタデーション値の絶対値が $50\text{ nm} \sim 600\text{ nm}$ の屈折率異方性を有していることを特徴とする請求項 1 記載のツイステッドネマティック型液晶表示素子。

【請求項 3】 前記第 1 および第 2 の位相差板のそれぞれの光軸の方向は、パネル面への垂線とのなす角度が 40° 以上 60° 以下であることを特徴とする請求項 1 記載のツイステッドネマティック型液晶表示素子。

【請求項 4】 前記第 1 の位相差板と前記第 2 の位相差板とが、第 1 の位相差板を液晶パネル側として液晶パネルと表示面側偏光板との間に積層されて配置されていることを特徴とする請求項 1 記載のツイステッドネマティック型液晶表示素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、ツイステッドネマティック型液晶表示素子に関し、特に、階調表示状態時における表示特性の視野角による変動を小さくしたツイステッドネマティック型液晶表示素子に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 液晶表示素子 (LCD) は、テレビや情報機器の表示を始めとして各種用途の表示装置として広く採用されるようになってきている。液晶表示素子としては、各種原理のものが知られているが、中でも容易に階調表示を行うことのできる、したがってフルカラー表示の可能なツイステッドネマティック・モードで動作する液晶表示素子が注目されている。

【0003】 ツイステッドネマティック型液晶表示素子は、相対する 2 枚の透明電極間に、電圧オフ状態でダイレクタが電極面に並行でかつ 90° 振じられた液晶を挟持し、それぞれの透明電極の形成された透明基板 (通常はガラス板) の外側に、一对の偏光板をその相互の偏光軸

のなす角度が 0° (ノーマリブラック・モードの場合) 乃至 90° (ノーマリホワイト・モードの場合) になるようにして配置したものである。

【0004】 入射光は入射光側の偏光板によって偏光化された後液晶内に入射する。印加電圧のオフ状態あるいはしきい値電圧 (V_{th}) 以下の状態では、入射光は液晶のツイステッド状態にしたがって偏光面が 90° 振じられた後、光出射側偏光板に入射する。また、電極間に飽和電圧 (V_{sat}) が印加された状態では、液晶分子は電極面に対し垂直に立ち、その結果入射光はそのままの状態を保って液晶パネルから出射される。これにより白あるいは黒が表示される。

【0005】 電極間に、しきい値電圧 (V_{th}) から飽和電圧 (V_{sat}) の間の電圧が印加されると、その電圧に応じて液晶分子は連続的にその向き (液晶ダイレクタ) を変化させる。すなわち、このとき液晶分子のダイレクタは電極平面に対して斜めの角度 (チルト角: θ) をとる。したがって、基板に対して入射角 0° で入射した光線は液晶層内で液晶分子と角度 ($90 - \theta$) を成して進行する。この状態を図 3 に示す。図 3 に示されるように、ガラス基板 1a、1b の表面には、それぞれ配向膜 2a、2b が形成され、またそれぞれの裏面には偏光板 3a、3b が配置されている。両ガラス基板間には、液晶層 4 が挟持されており、その液晶分子 5 のダイレクタは 6 で示されている。なお、実際のツイステッドネマティック液晶セルでは、例えばアクティブマトリクス方式の場合、ガラス基板 1a 上には薄膜トランジスタ (TFT) や画素電極が、またガラス基板 1b 上にはカラーフィルタ、ブラックマトリクス、共通電極等が形成されているが、本図では簡単のためにこれらは省略されている。

【0006】 液晶分子はダイレクタ方向を光軸とした一軸性の屈折率異方性を有しており、したがって配向ベクトルと入射光 W とのなす角度に応じて光は常光成分 (屈折率 n_o) と異常光成分 (屈折率 n_e) とに別れて進行する。液晶層を通過した段階で常光成分と異常光成分との間には屈折率 n_o と n_e との違いに応じた位相差 (リタデーション) δ が生じており、この δ に基づいて光の振動ベクトルが楕円状に回転する楕円偏光状態になっている。

【0007】 こうして生じた楕円偏光状態の出射光が出射側の偏光板に入ると、楕円偏光中の偏光軸方向成分のみが偏光板を通過するため、楕円偏光の状態に応じて出射光の偏光板透過率は変化する。電極間の印加電圧を変えると、液晶分子の配向ベクトルが変化し、それによって液晶層通過後の光の楕円偏光状態が変化し、それに応じて出射側偏光板通過後の出射光強度が変化する。こうして印加電圧に応じて透過光強度を変化させることができるが、印加電圧は、しきい値電圧から飽和電圧までの間を連続的に変化させることができるので、白から黒ま

での連続的な階調表示が可能となる。

【0008】このような印加電圧を連続的に変化させる階調表示方式は、印加電圧としてしきい値電圧以下および飽和電圧以上の二値のみを用いて光透過率を二段階のみに制御する非階調表示方式と異なり、濃淡が表現できる、三原色をそれぞれ階調表示して組み合わせることにより色彩表現が豊富になる（いわゆるフルカラー表示）等の特徴を有しており、液晶表示素子の表現可能性を大きく向上させるものである。

【0009】而して、本願発明に関連する従来技術としては、①特開平2-35416号公報（誘電率異方性が負の液晶が充填された液晶セル—偏光板間に、2枚の位相差板をその光学異方軸がほぼ 90° になるように重ね合わせて配置する）、②特開平3-212613号公報（STN液晶表示素子において、液晶セルの少なくとも一方の面上に、2枚の位相差板をそのリタレーションが相加されるように、かつそれぞれの遅相軸のなす角度が 20° 以上になるように、かつ第1層目の位相差板のリタレーション値の仰角依存性が最小となる方向に対して第2層目の位相差板の遅相軸方向が並行となるように積層し、液晶セルに隣接する位相差板の遅相軸と隣接する基板のラビング軸との交差角が $70\sim 90^\circ$ であるように配置する）、③特開昭61-219933号公報（TN液晶表示素子において、液晶セルの上下に偏光板を吸収軸が略並行になるように配置し、上偏光板下に第1の位相差板をその光学的弾性軸が液晶の上側配向方向と $35\sim 45^\circ$ の角度をなすように配設し、下偏光板上に第2の位相差板をその光学的弾性軸が液晶の下側配向方向と $-10\sim 0^\circ$ の角度をなすように配設する）、④特開平4-311902号公報（STN型液晶セルの光学補償板として、視野角 37° 以上 42° 以下の一軸配向性を有する正の屈折率異方性を有する複屈折性フィルムと、同様の一軸配向性を有する負の屈折率異方性を有する複屈折性フィルムとを各々の遅相軸が同一方向になるように積層したものを用いる）、⑤特開平4-311903号公報【STN型液晶セルの光学補償板として、正の屈折率異方性を有する複屈折性フィルムと負の屈折率異方性を有する複屈折性フィルム（少なくとも一方のフィルムは視野角 37° 以下の二軸配向性を有する）を各々の遅相軸が同一方向になるように積層したものを用いる】等が公知となっている。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】液晶表示素子によって階調表示を行った場合、同一の印加電圧を加えても液晶表示素子を見る目の位置の違いによってその明るさは変化する。その理由を図3を参照して説明する。液晶層に入射角 α° で入射した入射光Zはチルト角 θ° の液晶分子と角度 $(90-\alpha-\theta)^\circ$ を成して進行する。こうし

て異常光の屈折率 n_e が異なること、および角度 α° によって液晶層を通過する距離 $d/\cos\alpha^\circ$ （ d は相対する電極間の距離を表す）が異なることの二つの理由によって通過後の光の楕円偏光状態が異なり、したがって出射光側の偏光板3bに於ける透過率が異なるからである。このため階調表示した場合見る目の位置によって液晶表示素子の明るさが変化する。この変化は表示画質に次のような不利な影響を与える。

【0011】（1） 明るく表示したい部分と暗く表示したい部分の明るさが逆転して見えることがある。これは観察者の目からのLCD表示画面の各部分に対する視角が異なるために起こる。即ち、明るく表示している部分が或る位置から見た視角によっては暗く見え、同時に暗く表示している別の部分がその同じ位置から見た視角によって明るく見えることがある。

【0012】（2） カラー表示の場合見る位置の違いによって色相が変化する。それは、カラー表示に於いては、色相は三原色（赤（R）、緑（G）、青（B））それぞれのカラーフィルタからの透過光の組み合わせによって実現されるが、見る角度によって液晶層通過光の楕円偏光状態が異なった場合、R、G、Bそれぞれのカラーフィルタの透過光のバランスが変化し、その結果本来の表示と異なる色相に見えることによる。

【0013】而して、主としてSTN型等の、本願発明の対象となる液晶表示素子（すなわち、階調表示を行うツイステッドネマティック型液晶表示素子）とは異なるタイプの素子では、上記各公報に記載のあるように、白黒表示のためにあるいは視野角を広げる手段として位相差板が用いられてきた。しかし、これら従来例では、位相差板の光学軸はパネル面と平行になっていたため、液晶透過光が方向によってそのリタレーションが異なっている点に対しては改善効果は低く、階調表示の角度依存性を改善することはできなかった。

【0014】本願発明はこのような状況に対処してなされたものであって、その目的とするところは、階調表示状態における液晶透過光の楕円偏光状態の視角依存性を緩和することであり、このことにより見る位置によって、明るさや色相が変化するののないようにすることである。

【0015】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明によれば、階調表示を行う液晶セルと、下記A、Bの仕様を有する第1、第2の位相差板とが一对の偏光板間に配置されていることを特徴とするツイステッドネマティック型液晶表示素子が提供される。

（A）中間調表示状態におけるパネルの厚さ方向の中央位置にある液晶分子のダイレクタ方向を含み、パネル面に垂直な平面に光軸が含まれ、その傾き方向は、前記パ

の屈折率異方性をもつ第1の位相差板。

(B) 中間調表示状態におけるパネルの厚さ方向の中央位置にある液晶分子のダイレクタ方向を含み、パネル面に垂直な平面に光軸が含まれ、その傾き方向は、前記パネル面に垂直な平面におけるパネル面に対する垂線に関し液晶分子のダイレクタ方向と反対である、光学的に正の屈折率異方性をもつ第2の位相差板。

【0016】

【作用】図1は、本願発明の作用を説明するための液晶表示素子の断面図である。図1において、図3に示した従来例の部分と同等の部分には同一の参照番号が付されているので重複する説明は省略するが、本願発明の液晶表示素子では、例えば、液晶セルと光出射側の偏光板3との間に、上記Aの仕様をもつ位相差フィルム7と、上記Bの仕様をもつ位相差フィルム8とが配置される。液晶層4および第1、第2の位相差フィルム7、8の屈折率楕円体をそれぞれ4'、7'、8'にて示す。なお、本図においても、簡単のために、透明電極やTFT等の図示は省略されている。

【0017】階調表示状態における液晶ダイレクタは、図1に示されるように、基板面に対して水平と垂直の中間の傾斜状態となる。図1では、液晶分子5の傾斜角度(チルト角)は θ° となっている。図示されていないが、パネル面に垂直に入射した光は前述したように、液晶層を通過することにより液晶の傾斜角度 θ° に応じた楕円偏光に変換される。入射角 α° が正の入射光Xでは、光線と液晶ダイレクタとの形成する角度は相対的に小さく、したがって、光の常光成分の方が相対的に多くしかも異常光の屈折率 n_e と常光の屈折率 n_o との差が小さいため、垂直入射光と比較してリタデーション δ が小さくなり、楕円偏光度が小さくなる。逆に、入射角 α° が負の入射光Yでは、光線と配向ベクトルとのなす角度は大きくなり、したがって、垂直入射光の場合と比較してリタデーション δ が大きくなり、楕円偏光度も大きくなる。

【0018】こうして液晶層4を通過した光は、次にその光軸がフィルム面に対して角度 β° をなしている光学異方性が負の第1の位相差フィルム7に入射する。ここで、角度 β はチルト角 θ と同方向に設定されている。垂直入射光は、第1の位相差フィルムを通過することにより、液晶層内での変化が打ち消されて直線偏光に近い状態に戻される。入射角が正の入射光Xは、位相差フィルム7の光軸となす角度は小さく、したがってフィルム内を通過する前後でのリタデーションは負で、その絶対値は小さい。一方、入射角が負の入射光Yは、位相差フィルム7の光軸となす角度が大きく、したがってフィルム内を通過する前後でのリタデーションは負で、その絶対値は大きくなっている。これにより液晶層を通過する際に進みすぎた楕円偏光度は補償され、第1の位相差フィルム7を通過した時点での入射光Xの楕円偏光度は、垂

直入射光の液晶層通過時の偏光状態に近づく。

【0019】こうして第1の位相差フィルム7を通過した光は、次にその光軸がフィルム面に対して角度 γ° をなしている光学異方性が正の第2の位相差フィルム8に入射する。ここで、角度 γ はチルト角 θ と逆方向に設定されている。垂直入射光は、第1の位相差フィルム7によって受けた変化が位相差フィルム8によって補償されるため、位相差フィルム8を通過した時点での楕円偏光状態は液晶層4を通過した直後の状態に戻されている。

【0020】入射角が正の入射光Xは、位相差フィルム8の光軸となす角度は大きく、したがってフィルム内を通過する前後でのリタデーションは正で、その絶対値は大きくなっている。これにより、入射光Xの偏光状態は、液晶層通過時の楕円偏光度の不足および第1の位相差フィルム7での負のリタデーションが補償され、垂直入射光の液晶層通過直後の状態に近いものとなる。一方、入射角が負の入射光Yは、位相差フィルム8の光軸となす角度は小さく、したがってフィルム内を通過する前後でのリタデーションは正で、その絶対値は小さくなっている。すなわち、第1の位相差フィルム7を通過した時点で、垂直入射光の液晶層通過時の楕円偏光状態に近い状態になされた入射光Yは、ほとんどその状態を保ったまま第2の位相差フィルム8から出射される。

【0021】よって、第2の位相差フィルム8から出射される光は、垂直入射光の場合にもあるいは入射角が正の入射光Xおよび入射角が負の入射光Yの場合にも、垂直入射光の液晶層通過直後の楕円偏光に近い状態となり、入射角の変化による楕円偏光度の違いは少なくなる。その結果、最終的に出射側の偏光板3bを通過した後の光強度の視角による変化は、従来技術による場合に比較して少なくなり、視角による明度の逆転や色相の変動が軽減される。

【0022】

【実施例】次に、本発明の実施例および参考となる比較例について説明する。始めに用語の定義を行い、次いで実施例および比較例に用いられる部材を示す。

《用語の定義》パネル面の視野方向に関する方位角、極角の定義を図2に示す。すなわち、極角は、ある方向を示す線Aとパネル面への垂線とのなす角度であり、方位角は線Aと垂線とによって定まる平面のパネル面との交わりによって形成される直線とパネル面の水平線とのなす角度である。

【0023】《使用部材》本発明の効果を評価するために、下記のような評価用液晶セルおよび位相差フィルムを用いた。

a. 位相差板

使用した位相差フィルムの内容は次の表1に示す通りである。

【0024】

【表 1】

位相差 フィルム	光軸傾斜角 (度)		屈折率異方性 (Δn)	板 厚 (mm)
	方位角	極 角		
1	+90	+45	+0.12	0.21
2	+90	+60	+0.10	0.15
3	+270	+40	-0.12	0.22
4	+270	+55	-0.08	0.18
5	+90	+90	+1.12	0.22
6	± 0	± 0	-0.10	0.19

【0025】 b. 液晶セル

使用した液晶セルの内容は次の表 2 に示す通りである。

【0026】

【表 2】

セル方式	単純セル	アクティブマトリクス 方式セル (AM)
電極ボタン	10×10mm	300×100 μ m
色表示	白黒表示	赤・緑・青 3 原色表示
液晶表示モード	TN: ノーマル白	TN: ノーマル白
駆動方式	スタティック	アクティブマトリクス ドット反転
中間調表示におけるセル厚中央部の液晶分子の向き (注) 方位角・極角の定義は図 2 による	方位角 90 度 極 角 0~90 度	方位角 270 度 極 角 0~90 度

【0027】 《測定方法》

(1) 輝度測定方法

液晶表示素子の表面から 30cm の位置に輝度計を設置し、輝度計の読みから素子の輝度を求めた。

(2) 輝度測定位置および方向

液晶表示素子の表示画面中央部からの出射光を測定した。測定の方法は、次の表 3 に示す方向に対して行った。

【0028】

【表 3】

方位角 (度)	極角 (度)
± 0	± 0
+90	+60
+270	+60
± 0	+60
+180	+60

【0029】

【表 4】

部材組み合わせ

例No.	液晶セル	位相差フィルムNo.	
		ガラス基板側	偏光板側
実施例	1 単純	1	3
	2 単純	4	2
	3 AM	1	4
	4 AM	3	2
比較例	1 単純	5	なし
	2 AM	なし	なし
	3 AM	6	なし
	4 AM	5	6

【0030】(3) コントラスト比

コントラスト比(CR)は次の式により計算した。

$CR = \text{白表示輝度} / \text{黒表示輝度}$

(4) 中間調表示状態

液晶への印加電圧を白表示と黒表示との中間の値とし、

画面表示状態を観察した。判定は官能評価により、5段

特性評価結果

階評価を行った。

【0031】【実施例および比較例】表4に示す組み合わせで液晶表示素子を作成した。この液晶表示素子の評価を行い、表5に示す結果を得た。

【0032】

【表5】

例No.	コントラスト比 (垂直)	中間調表示状態					
		方位角 板角	0 0	90 60	270 60	0 60	180 60
実施例	1	120	—	5	4	4	3
	2	120	—	5	4	4	3
	3	110	—	5	4	3	3
	4	130	—	5	4	4	3
比較例	1	80	—	3	2	2	1
	2	140	—	5	3	2	1
	3	80	—	4	2	2	1
	4	70	—	3	2	2	1

(注) 中間調表示5段階評価点

【0033】以上好ましい実施例について説明したが、本発明はこれら実施例に限定されるものではなく、本願発明の要旨を逸脱しない範囲内において各種の変更が可能である。例えば、第1、第2の位相差板は、必ずしも実施例の通りの順番に配置する必要はなく、第1の位相差板を偏光板3b寄りに、また第2の位相差板を液晶パネル寄りに配置することができ、さらに、一方乃至両方の位相差板を液晶パネルと偏光板3aとの間に配置することができる。

5:最良 ←→ 1:最悪

【発明の効果】以上説明したように、本発明による液晶表示素子は、液晶セルと偏光板との間に、階調表示状態における液晶分子のダイレクタと同じ方向に光学軸をもつ、屈折率異方性が負の第1の位相差板と、それとは反対の方向に光学軸をもつ、屈折率異方性が正の第1の位相差板とを配置したものである。液晶層における視角に依存するリタデーションに起因して起こる階調表示状態時におけるコントラストの低下、明暗の反転や色相のずれを防止することができる。よって、本発明によれば、広視野角にわたって良好な階調表示品質の液晶表示

素子を提供することができるようになる。

【図面の簡単な説明】

【図1】階調表示状態における本発明に係る液晶表示素子の断面図。

【図2】方位角および極角の定義を示す斜視図。

【図3】階調表示状態における従来例の液晶表示素子の断面図。

【符号の説明】

1a、1b ガラス基板

2a、2b 配向膜

3a、3b 偏光板

4 液晶層

4' 液晶の屈折率楕円体

5 液晶分子

6 液晶ダイレクタ

7 第1の位相差フィルム

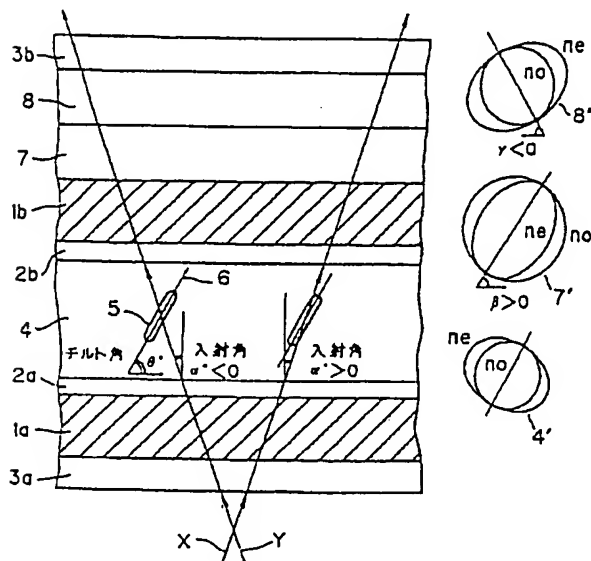
7' 第1の位相差フィルム7の屈折率楕円体

8 第2の位相差フィルム

8' 第2の位相差フィルム8の屈折率楕円体

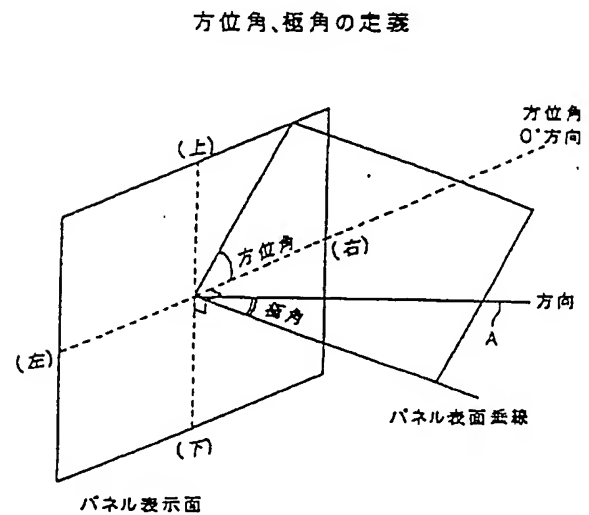
W、X、Y、Z 入射光

【図1】



- | | |
|-----------------|--------------------------|
| 1a、1b -- ガラス基板 | 6 -- 液晶ダイレクタ |
| 2a、2b -- 配向膜 | 7 -- 第1の位相差フィルム |
| 3a、3b -- 偏光板 | 7' -- 第1の位相差フィルム7の屈折率楕円体 |
| 4 -- 液晶層 | 8 -- 第2の位相差フィルム |
| 4' -- 液晶の屈折率楕円体 | 8' -- 第2の位相差フィルム8の屈折率楕円体 |
| 5 -- 液晶分子 | X、Y -- 入射光 |

【図2】



【図3】

